SULLA ESTRAZIONE
DELLE ACQUE SOTTERRANEE
NELL'ALTA VALLE DEL PO

CENNI

DELL'AVVOCATO

CLAUDIO CALANDRA

DEPUTATO AL PARLAMENTO NAZIONALE

TORINO
TIPOGRAFIA DI GIULIO SPEIRANI E FIGLI
1867.

PREFAZIONE

Sull'argomento di questo breve saggio vi sarebbe da scrivere, per chi ne fosse capace, un nuovo ed interessantissimo libro, parendomi che nessuno sinora abbia trattato presso di noi, della ricerca delle acque sotterranee, connettendola ad un esteso e diligente studio della natura geologica dei terreni.

In Francia il celebre e benemerito Abate Paramelle, muovendo guerra ai ciarlatani agitatori della bacchetta divinatoria, espose la sua arte di scoprire le sorgenti sulla base appunto di quello studio, e sulla accurata investigazione delle località. L'aureo suo libro potrebbe anche presso di noi costituire la più sicura guida dell'idroscopo, nel ricercare nella generalità dei terreni appartenenti ad ogni epoca geologica, delle scaturigini, specialmente allo scopo di procurare acqua potabile e salubre ad uso domestico.

Il celebre Arago, i signori Hericart de Thury, Garnier, Burat, Degousée, e moltissimi altri trattarono dei pozzi artesiani, e delle condizioni dei varii terreni nei quali essi possono riescire. Ma nissuno di questi autori recò la sua attenzione sul mezzo di utilizzare in estesa

proporzione le acque sotterranee a pro della agricoltura, il che è forse dovuto al non trovarsi in quel paese dei terreni, i quali meravigliosamente vi si prestino come le nostre pianure Piemontesi e Lombarde, le quali sembrano create espressamente per fare di esse sotto l'aspetto della abbondanza, estensione e sicurezza della irrigazione il primo paese del mondo (1).

Un interessante capitolo sulle fontane della Lombardia esiste nell'opera del signor Nadaut de Buffon, intitolata: *Hydraulique agricole* (2). Un opuscolo fu scritto sullo stesso argomento dal marchese Lascaris di Ventimiglia, ed altro sui serbatoi e sui pozzi artesiani dal cavaliere Giacinto Carena. Ma il soggetto non fu trattato da questi autori in quella ampiezza che richiederebbero la importanza dell'argomento, ed il grande vantaggio che può derivare al nostro paese dalla utilizzazione delle acque sotterranee con un sistema razionale e che riposi sulle condizioni geologiche dei terreni in massima studiate e riconosciute.

Il presente opuscolo non ha altro scopo fuor quello di dimostrare che nell'interesse del progresso della agricoltura, quello studio vorrebbe essere esteso e compiuto: Quando il lettore sappia che io consumai più di venti anni della mia vita nell'esercizio del patrocinio (ed è mio dovere di informarnelo), mi accuserà senza dubbio di prosunzione vedendomi entrare in sì difficile campo, e trattare comunque in modesta forma, argomento così diverso da' miei primi studii. Ma avendo nel 1861 avuto occasione di fare, sorretto dai consigli di un egregio

(1) Pare che i terreni di origine erratico-diluviale, corrispondenti ai nostri della stessa epoca, siano considerati in Francia come pochissimo favorevoli per la estrazione di acque sotterranee. Forse ciò dipende da un maggior spessore di quei depositi, e da altre circostanze malagevoli a conoscersi senza uno studio locale. (PARAMELLE, p. 241).

(2) Vol. 1, chap. XIII, ed. 1861.

mio amico l' ingegnere Edoardo Pecco, alcuni sperimenti che da tempo mi stavano a cuore, ed avendo di poi trovato un sistema assai utile di estrazione di acque per mezzo di tubi infitti nel terreno, che non mi risultò dianzi praticato, mi parve che molto vi fosse da operare in questa materia, a vantaggio di molti fra i nostri territorii; e non iscorgendo d'altronde che alcuno fra i distintissimi uomini di scienza, dei quali si onora il nostro paese, se ne facesse iniziatore, mi accinsi animosamente all'impresa, per vero dire con troppo scarso corredo scientifico, ma con quel fermo volere che porta a superare molte difficoltà.

La riuscita costante dei tentati esperimenti, venne a procurarmi il più gradito compenso che per me si potesse desiderare. Quello di scorgere che l'attenzione pubblica si portava su quest'argomento, e che Comuni e privati in un raggio che di giorno in giorno si veniva allargando, si facevano ad indagare la possibilità di procurarsi acque di irrigazione o potabili, col sistema da me attuato.

Troppo affatto immatura è la breve relazione che io vengo a fare delle risultanze teoriche di codesti sperimenti, dacchè a presentarne un prospetto un po' esteso e sicuro, non sarebbero soverchi gli studi e la esperienza di una lunga vita, tanto manca che vi basti una pratica di qualche anno. Ma la opportunità di aver un opuscolo alla mano per distribuire a chi desidera conoscere in che consiste il mio modo di operare; la necessità di prender atto più notoriamente di una invenzione che comunque tutelata da privativa, ben prima che fosse da nessuno avvertita, già mi viene da taluno insidiosamente o con sofismi contrastata, mi indussero a pubblicare il presente saggio, sul merito del

quale vorranno i miei concittadini essere indulgenti, quando riflettano che per avviare colla potente persuasiva dell'esempio e della riuscita, la esecuzione di opere di estrazione d'acqua sotterranea, non ho esitato ad abbandonare una assai proficua carriera, ed a compromettere una parte della modesta mia fortuna, assumendo a mio rischio e pericolo la esecuzione di importanti lavori, quando pensino che la mia sola ambizione, è quella di potere, comunque in ristretta sfera, fare qualche cosa d'utile a pro del mio paese.

C. Calandra.

Partizione della materia.

Nella presente memoria io mi propongo:

1. Di ricordare il fenomeno per cui le acque si sollevano, ricadono e percorrono sul nostro suolo un cammino in vario modo moderato.
2. Di esporre alcune ipotesi relative agli eventi geologici ai quali è dovuta la formazione del terreno superficiale, specialmente nel tronco superiore della grande vallata del Po.
3. Di specificare quale è la condizione di questo terreno in diverse zone, quale il corso delle acque superficiali.
4. Di dimostrare quale deve essere il corso delle acque sotterranee.
5. Di indicare le norme che devono regolare gli scavi di allacciamento e di condotta per la più abbondante erogazione delle acque stesse.
6. Di descrivere il sistema dei pozzi tubati di estrazione da me immaginati, per accrescere le acque scaturienti in iscavi appositamente aperti, o nelle preesistenti fontane, dimostrandone la utilità.
7. Di provare con qualche esempio la importanza del conoscere la origine del terreno per la utilizzazione delle acque nascoste.
8. Di far presenti i risultamenti in molti siti ottenuti.

Accennando alla vallata superiore del Po, io sono lungi dall'asserire che le condizioni che sto per esporre, non si incontrino, e che il relativo sistema, non sia applicabile nella più bassa valle, ed in moltissimi altri siti, essendo anzi persuaso del contrario; ma solo che io ho circoscritto a molte località di quella i miei esperimenti, e che mi propongo di parlare soltanto di quanto io son stato in grado co' miei lavori di vedere e di apprezzare. Il lettore che volesse far risparmio di tempo nello scorrere la presente memoria, potrebbe limitarsi ai capi IV, V e VI, ed ai documenti.

CAPO I.

Circolazione delle acque.

1. Dove natura non avesse apprestato un meraviglioso meccanismo per tenere in continuo giro le acque sulla superficie del globo, esse si starebbero raccolte ed inerti nel mare e nelle altre minori depressioni, e la terra si rimarrebbe nuda ed asciutta, senza vegetazione e senza vita. Invece estese correnti prodotte dalla diversa temperatura delle varie latitudini, animano la massa dell'acqua negli abissi del mare. Altra immensa quantità sotto l'azione del caldo si solleva in vapori, dal mare, dai laghi, dalle umide terre, e giunta a più elevate regioni, o portata dai venti verso le fredde cime dei monti, si condensa e ricade in pioggie, nevi, gragnuole, rugiada e brine.

Questo fenomeno con più frequenza ed intensità si produce sulle alte montagne e sui colli. Di conseguenza sulle loro cime sono le maggiori conserve, nei loro bacini nelle valli le maggiori raccolte di acque, le quali a poco a poco in rivoli, torrenti e fiumi, scendendo alle più depresse terre, restano in parte assorbite dal suolo, in parte sono convertite di nuovo in vapori, ed in parte fanno nei più estesi loro alvei ritorno al mare (1).

2. Dissi che le acque decadenti sui monti scendevano a poco a poco nelle pianure. L'armonia che regge le cose create, nell'attuale stadio, non consentiva che esse precipi-

(1) Avrei potuto facilmente scrivere un mezzo volume solo nell'accennare le diverse teorie relative alla formazione delle fontane, e la loro istoria, non che nel riferire le infinite discussioni che circa le varie quantità di pioggia annualmente decadenti in località diverse, e circa allo scarico dei fiumi, ed alle quantità assorbite od evaporate, si contengono nei libri scritti su questa materia. Ma a me parve che di fronte alla innegabile esistenza di un abbondante velo d'acqua sotterranea nella vallata pel Po, attestata da infiniti sperimenti, tutte quelle discussioni fossero inutili affatto, e solo fosse importante il chiarire il miglior modo di utilizzarlo. Un fatto, in massima incontrastabile, basta a dare ragione della esistenza, e della provenienza di quelle acque, ed esso è formolato dal signor Dausse nel principio che « toutes choses égales d'ailleurs il tombe d'autant plus d'eau en pluie ou en neige sur un point quelconque de la surface terrestre, que son altitude est plus grande. — (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1864-65, p. 154.

tassero furiose e senza legge, cagionando ruine e corrosioni, ma richiedeva che decorressero regolate come il sangue nelle nostre vene. E tre furono i ritegni frapposti dalla natura al loro corso.

A. La bassa temperatura che regna sulle più alte vette dei monti, la quale è causa che ivi si conservino in perpetuo le nevi che vi cadono riducendosi in ghiaccio nelle varie fasi del loro soggiorno, squagliandosi lentamente in ispecie nella parte più depressa, rinnovandosi nella superiore.

B. La vegetazione che rivestiva i fianchi dei monti, la quale era causa che le acque delle piove e delle nevi rattenute dai tronchi, dai rami, dalle radici, dalle foglie delle piante dei cespugli delle erbe, scendessero lentamente in minuti fili, raccogliendosi nei seni, nelle vallicelle, sgorgando dai meati del terreno e dei detriti nelle fontane, e riunendosi infine ai maggiori corsi d'acqua.

C. La disposizione geologica dei terreni posti in fondo ed allo sbocco delle valli e nella pianura, la quale è tale a permettere il facile assorbimento di una gran parte delle acque uscenti dalle valli stesse, o decadenti dalla costiera dei monti che la circondano, ed in pari tempo a permetterne la facile utilizzazione nei modi che infra saranno descritti.

3. Il primo elemento moderatore, vale a dire i ghiacciai, non fu peranco in nessun modo alterato e le loro funzioni si compiono perfettamente (1).

Il secondo, cioè i boschi e la ricca vegetazione dei monti fu dalla nostra imprevidenza e da avida sete di lucro, in mal modo alterato e distrutto, e senza l'adozione di savie e rigorose leggi, come già le sanzionò la Francia, non potrà nella piena sua efficacia essere ricostituito.

Il terzo, siccome specialmente importante per l'oggetto che ci occupa richiede un più esteso esame.

(1) Sovra una notevole parte delle Alpi che circondano il Piemonte non esistono veri ghiacciai. Ma vi suppliscono sino ad un certo segno le nevi che si conservano assai verso la calda stagione, e la massa considerevole di vapori i quali sollevandosi dalla non lontana marina, vanno a ridursi in frequenti piogge verso le loro sommità, rinnovando anche nell'estate l'alimento ai piccoli laghi esistenti nei bacini superiori ed ai fiumi e torrenti, che si scaricano nella pianura.

CAPO II.

Fenomeni geologici ai quali è dovuta la formazione del terreno diluviale.

4. La formazione dei terreni della pianura che si stende dalle falde delle Alpi sino a quelle opposte dei colli subappennini, negli strati più superficiali, sembra essere in gran parte dovuta ai fenomeni dell'epoca detta glaciale.

È noto che nella vita del globo che abitiamo vi fu un'epoca (la quale potrebbe anche essersi più di una volta ripetuta) in cui regnava nella nostra latitudine un freddo intenso. Sulle cause che abbiano prodotto un tale fenomeno versano in gravi dubbiezze i geologi. Havvi chi asserisce (1) che la forma elissoidale del nostro pianeta è continua causa di una lieve alterazione nella posizione del suo asse di rotazione diurna mentre percorre la sua orbita, dacchè la attrazione del sole si esercita in un modo alquanto ineguale, e tenderebbe ad avvicinare il piano equatoriale alla eclittica. Da codesta alterazione avverrebbe la precessione negli equinozii, la quale a sua volta darebbe origine alla maggior durata dell'inverno e del freddo alternativamente prima in un emisfero poi nell'altro, in un lungo periodo di anni 21000. Il maggior freddo di un emisfero concentrerebbe le acque al suo polo accumulandovi i ghiacci; il maggior peso farebbe trasferire verso di quello, dal piano dell'equatore il centro di gravità, per cui le acque del mare vi affluirebbero in immensa copia coprendo la massima parte dei continenti. Ma la deviazione continuando il suo ciclo ricondurrrebbe poco per volta cotale stato di cose nell'emisfero rimasto più caldo e più sgombro di acque. Quindi alternativa di freddi e di diluvii ogni 10500 anni. Nel nostro emisfero il caldo massimo, in contrapposto al maggior freddo nell'emisfero antartico, sarebbesi verificato nell' anno 1248. Da quale epoca in

(1) Adhémar. *Révolutions de la mer.* — Le-Hon. *L'homme fossile en Europe.* — *mouvements des mers.*

poi, in 10500 anni dovremmo nuovamente raggiungere la più bassa temperatura (1).

Altri attribuisce il freddo di certe epoche, alla più depressa temperatura di taluni spazii celesti attraversati dal nostro sistema cosmico in un supposto suo cammino; altri restringendosi ad esaminare pure cause geologiche (2), arguisce che le variazioni del clima possano essere cagionate da sole depressioni o rialzi avvicendati delle terre che abitiamo, dovuti a movimenti nella scorza terrestre; altri finalmente ritiene bastanti ad aver prodotto quell'effetto la esistenza di un mare in luogo delle cocenti sabbie del Sahara, d'onde grande sprigionamento di vapori, che suppone venissero a condensarsi in nevi sui Pirenei, sull'Appennino e sulle Alpi, e mancanza per contro dei caldi venti che ora producono lo scioglimento delle nevi attuali; e la esistenza ancora di un continente (la forse non favolosa Atlantide) il quale fosse causa della mancanza delle grandi correnti marine (Gulf-Stream) prodotte dalla varia densità delle acque a latitudini diverse, le quali hanno per effetto di pareggiare in certi limiti la temperatura ed il clima delle terre che le avvicinano, moderando l'eccesso che senza di esse si avvererebbe (3).

5. Lasciando la soluzione dell'arduo problema alle persone

(1) Attualmente le cause di maggior freddo e di maggior caldo nei due emisferi risulterebbero dal seguente confronto.

Polo Boreale.

Autunno e inverno	giorni	179
Somma delle ore di	notte	4296
Primavera ed estate	giorni	186
Somma delle ore di	giorno	4464

Polo Australe.

Autunno e inverno	giorni	186
Somma delle ore di	notte	4464
Primavera ed estate	giorni	179
Somma delle ore di	giorno	4296

(2) Lyell. *Ancienneté de l'homme*, chap. XV et XVIII. — Escher. — Martins. *Un tour de naturaliste dans l'extrême nord.* 1863.

(3) Il signor Rodier in un eruditissimo scritto pubblicato nel decembre scorso nella *Revue Contemporaine*, ha riunito infiniti documenti storici, i quali dimostrerebbero che 600 anni prima dell'èra nostra, e forse ben più tardi, esisteva ancora nell'Atlantico a non molta distanza dalle coste della Spagna una serie di isole delle Cassiteridi, le quali continuando il movimento di depressione, sarebbero di poi state dal mare inghiottite insieme anche ad una maggior falda del continente africano.

competenti, lo scrivente si limita ad accennare il fatto come ormai fuori di possibile contestazione.

Durante l'epoca glaciale, le Alpi ebbero a restar sepolte sotto un potente strato di nevi perpetue, le quali seguendo in vastissima proporzione le leggi stesse che ora regolano la formazione, il corso e lo sciogliersi dei ghiacciai confinati sulle più elevate loro cime (1), dovettero ridursi nelle vallate in colossali filoni di ghiaccio, i quali nel massimo loro protendimento e per le valli maggiori e più settentrionali scesero dinanzi al loro sbocco ad occupare perfino una parte della pianura. Ivi incontrando essi una più mite temperatura, specialmente nella men fredda stagione, dovevano squagliarsi dando origine a corsi d'acqua immensamente maggiori degli attuali e proporzionati alla vasta loro superficie (2).

Quei filoni consumandosi nella parte più depressa, rinnovandosi continuamente nella superiore, dovevano essere animati di un movimento di discesa. Ma in questo loro cammino quei vasti fiumi di ghiaccio esercitavano sul fondo e sui fianchi delle valli ben altra azione erosiva che non quella di correnti acquee. Urtate, minate, smosse, rigate, sgretolate le scogliere dei monti, si staccavano in frantumi di maggiore o minor mole, i quali, o presi di mezzo fra il filone e la roccia venivano ridotti in ciottoli, ghiaia o fango e trascinati al basso, o talvolta carreggiati sulla superficie erano nella nativa loro asprezza deposti sulle *morene* che di tutti quei materiali si formavano di fianco e di fronte nel sito dove cessava la ghiacciaia, eccitando la meraviglia di chi ignaro di cotale provenienza cercasse a rendersi conto del modo in cui poterono ivi essere abbandonati.

Basta il gettare l'occhio sulle estese colline di origine incontrastabilmente morenica, che rimangono di fronte e sui lati delle vallate (ad esempio) di Aosta e di Susa, basta lo esaminarne per qualche tratto le roccie poste lungo le

(1) V. Agassiz, *Système glaciaire*, 1847.

(2) Il signor Agassiz calcola che l'ablazione diurna del ghiacciaio dell'Aar (da lui con somma cura studiato) nella estate sia di un centimetro di spessore in media, e che questa in ragione della estensione di quel ghiacciaio e delle sue superiori ramificazioni dia un volume d'acqua giornaliero di metri cubi 1,040,000. È difficile l'immaginare quale dovesse essere l'immensa potenza dei corsi d'acqua alpini alloraquando l'ablazione, vogliasi pure minore aveva luogo sugli sterminati ghiacciai di quell'epoca!

valli stesse segnatamente nelle più strette gole, le quali sono evidentemente state lisciate, arrotondate, e talvolta rigate da qualche pietra incastrata nel filone ghiacciato, per convincersi della esistenza e verità del fenomeno, sopra in brevi parole descritto. Vediamone ora gli effetti nella maggiore vallata.

CAPO III.

Disposizione dei terreni. Corso dei fiumi.

6. Prima dell'epoca della quale si discorre, le nostre pianure constavano di un terreno proveniente da depositi marini dell'epoca detta terziaria recente (Pliocenica), di natura analoga a quelli che formano i colli dell'Astigiana, detti anche subappennini, ed emersi nel loro complesso dal mare (per opinione di chiari autori) prima della epoca glaciale. Senza addentrarmi nell'altra spinosa questione se un sollevamento nelle alpi abbia prodotto la ripiegatura in quei terreni, la cui depressione formò il Thalweg della grande vallata, o se questa deva la sua origine ad una grande erosione causata da acque diluviali, od a quale altra causa, fatto sta che l'altimetria e le pendenze di quel terreno ora esistente ad una certa profondità sotto ai depositi di sabbie ghiaie e ciottoli delle nostre pianure, dovevano presso a poco corrispondere parallelamente a quelle attuali della vallata stessa. Di conseguenza le acque scaricate dalle valli alpine avrebbero dovuto prendere il loro corso verso la ripiegatura, la depressione di terreno, esistente contro le falde degli opposti poggi subappennini, e quivi man mano riunite le une alle altre formare un fiume unico, il quale, passato il restringersi della vallata fra lo sbocco di val di Susa e la collina di Torino doveva rivolgersi coi successivi fiumi e torrenti al mare, che di certo allora si innoltrava di molto entro quella che ora forma la bassa valle del Po.

7. I fenomeni dell'epoca glaciale di poi sopravvenuta, non si verificarono d'un tratto in tutta la loro intensità, ma lentamente come una gran parte degli altri fenomeni geologici.

Cominciarono ad estendersi i ghiacciai elevando, ed abbattendo a misura del cammino le loro morene finali, i cui materiali venivano sospinti giù per le valli, e trascinati nella pianura dalla crescente furia delle correnti acquee che in certe stagioni si formavano. Il terreno terziario della grande vallata sovra descritto di natura abbastanza soda e compatta come marne, argille e sabbie argillose, fu così ricoperto di fronte ed ai lati degli sbocchi delle valli, di materiali petrosi, di macigni e ciottoli rotolati, di ghiaie e sabbie, i quali seguendo l'ordine delle alluvioni attuali erano abbandonati sul suolo in una mole decrescente, proporzionata però alla forza ed all'impeto della corrente che li sospingeva (1).

Maggiore era l'effetto del progredire dei grandi filoni ghiacciati, poichè coll'immane loro peso avanzandosi fra i dirupati fianchi delle valli, profondamente le logoravano, solcando e smovendo forse anche i superiori strati del terreno terziario recente esistenti oltre il loro sbocco, e scavando ivi degli ampii bacini compresi fra le pareti delle morene terminali (2); alcuni dei quali esistono tuttavia convertiti in laghi come il lago Maggiore, il lago di Como ed altri, ed alcuni per la minore ámpiezza furono di poi nel ritrarsi dei ghiacciai, pel lento cessare della causa che li aveva prodotti, colmati coi materiali delle morene lasciate nelle stazioni di regresso, e travolti dalle acque, come avvenne segnatamente dei laghi che dovevano esistere allo sbocco di val d'Aosta e di val di Susa, dei quali non restano che vestigia nei laghi di Candia, di Viverone e forse di Avigliana. Non conviene però credere che in tutte le valli sboccanti all'ingiro della nostra pianura, gli antichi ghiacciai siano sino ad essa pervenuti, formando all'uscita le loro finali morene. Nelle valli secondarie poste a meriggio di val di Susa, pare che l'avanza-

(1) Il signor Mortillet in alcuni articoli pubblicati nel *Bulletin de la Société geologique de France*, propenderebbe ad attribuire la formazione di questi depositi, ad un rialzo del suolo sul finire dell'epoca terziaria, ad un abbassamento sul principio di quella quaternaria, e ad un nuovo rialzo durante la seconda parte di questa. Ma tale opinione non sembra incontrare favore.

(2) Anche qui gravissima questione fra i geologi sulla vera causa della escavazione dei laghi. Lyell la attribuisce in parte all'azione dei ghiacci nell'epoca di cui si ragiona, ed in parte a movimento di depressione nelle vallate superiori. Si veggano le interessanti memorie del nostro professore Gastaldi sui terreni superficiali della vallata del Po e sulla riescavazione dei bacini lacustri, 1851, 1865 e 1866.

mento loro ed il recesso abbiano avuto luogo soltanto nel corso della valle stessa, e più o meno estesamente secondo la sua situazione, la sua lunghezza e la elevazione dei siti dai quali procedevano i filoni.

Ciò che dissi dei materiali scaricati dalle valli nella pianura durante il crescere del periodo glaciale vuolsi ritenere in maggior proporzione quando questo ebbe raggiunto il massimo di intensità, e quindi in decrescente rapporto nel tempo della diminuzione.

8. Tutti questi materiali dovettero all'egresso di ogni valle formare un cumulo, un cono di deiezione (che tale è dai geologi chiamato) il quale, seguendo la avvertita legge del trasporto in ragguaglio alla forza delle acque, deve nella parte inferiore, e per un tratto assai esteso essere formato di ciottoli di maggior mole, nelle assise superiori invece di ciottoli più minuti, riducendosi verso la superficie a sole ghiaie e sabbie; salvo nel circuito più vicino allo sbocco, dove anche le acque attuali ponno spingerli di ancora notevole grossezza.

Al di sopra poi di questo deposito di materiali per natura loro costituenti un mezzo permeabilissimo, venne a depositarsi uno strato di terra proveniente dal fango delle ultime morene, dalle torbide delle pioggie, dal cumulo di residui vegetabili, e simili.

Questi varii coni di deiezione sebbene conservino in modo ancora abbastanza apparente la forma convessa che dovettero in principio assumere, furono tuttavia notevolmente modificati specialmente nei tratti alquanto discosti dai monti, dalla azione delle acque, e forse da una inondazione diluviale dovuta a cause più generali e più lontane, la quale abbandonò sul nostro suolo uno strato di terra e sabbie rossastre, detto lhem, loess dai geologi, che tuttora si scorge nei siti più elevati non stati posteriormente alterati nella loro superficie, o dall'azione dei fiumi rimaneggiati (1).

(1) La teoria sovra riportata dei signori Adhemar e Le-Hon, la quale trova appoggio in molte coincidenze di fatto, spiegherebbe benissimo non solo la lunga durata delle epoche glaciali, ma anche il fatto incontrastabile delle grandi correnti marine le quali dovettero in conseguenza di essa prodursi dal polo verso l'equatore, e che trasportando degli enormi banchi di ghiaccio coi macigni che vi stavano connessi, coprirono il nostro emisfero dal polo sino al 50° grado di latitudine, di blocchi erratici, il cui lontano punto di partenza spiega la strada indubbiamente percorsa.

9. È ad avvertire ancora che i fiumi al cessare del periodo glaciale, si costituirono presso a poco nello stato in cui si trovano oggidì salva soltanto una maggior continuità ed abbondanza nel loro deflusso, all'epoca in cui le montagne e le zone laterali al loro corso erano imboschite, invece dei ruinosi eccessi delle loro piene e delle lunghe siccità attuali prodotte dall'inconsulto abbattimento dei boschi.

Il loro corso nella pianura senza scostarsi gran che dalla direzione loro impressa dalle pendenze dell'antico suolo impermeabile, dovette tuttavia subire degli spostamenti, delle alterazioni prodotte dall'incontro dei coni di alluvione, e dall'ingombro da taluno di essi cagionato al cammino delle acque provenienti da superiori sbocchi, e non mi parrebbe impossibile che ad una siffatta causa fosse dovuta la deviazione della Stura e del Tanaro nella loro direzione attuale e per la valle che da questo prese il nome, mentre dapprima dovevano fluire al Po percorrendo l'alveo di cui restano traccie molto palesi fra Bra, Sommariva, Caramagna e Carmagnola.

Qualunque del resto sia la confusione avvenuta alla superficie fra i materiali dei varii coni di deiezione, riesce talvolta non difficile di riconoscere negli scavi alquanto profondi, al regime di quale fiume essi appartengono, trovandosi a mo' di esempio assai numerosi nella antica alluvione del Tanaro ed affluenti, i ciottoli di porfido, dominando invece in quella dello Stura, e Gesso, un quarzite bianco attraversato da spesse vene di mica, il tutto molto friabile ed in istato quasi di decomposizione (1); scorgendosi la alluvione della Maira composta in massima parte di ciottoli silicei e di altri bigi di uno gneiss a lamelle di mica nero e di assai

(1) La alluvione dello Stura si distingue in modo particolare dalle altre ed è molto estesa. Essa si incontra ancora in modo perfettamente distinto a levante del bosco di Santa Maria presso Racconigi. Al nord di questa città nella tenuta Merlino, e nella alluvione antica della Maira, a soli tre metri di profondità rinvenni moltissimi ciottoli rotolati di 20, 25 e 30 centimetri di lato, e di forme sferiche o semi-prismatiche. La giacitura dei quattro coni o code alluvionali sovra accennate si potrebbe benissimo distinguere in una sezione che partendo da Sommariva del Bosco passasse per Caramagna, Racconigi e Murello. La loro traccia poi segnata da quelle grosse pietre che le acque attuali non potrebbero trascinare a sì grande distanza dallo sbocco, sembra provare chiaramente che la origine è quella sovra spiegata, e non è da attribuirsi a grandi correnti diluviali, la cui direzione difficilmente avrebbe potuto corrispondere a quelle sopra indicate, e restare distinta.

fino impasto, e trovandosi frequenti in quella della Varaita le dure serpentine verdi, e nerastre.

10. Vuolsi ritenere per ultimo che i fiumi attuali col lungo loro passaggio si scavarono nel primo loro uscire dalle valli; un letto di erosione intaccando profondamente il cono di deiezione e talvolta anche il sottostante tufo come appunto il Tanaro e la Stura, i quali dopo aver solcato più alvei nell'altipiano che ora è compreso fra i loro primi sbocchi, finirono per declinare l'uno a destra l'altro a sinistra formando colla profonda incisione due vere vallate le quali vengono ben più oltre presso Cherasco a confluire, lasciando ad una certa distanza dalla valle alpina apparire nel fianco denudato dalla erosione, la successione di terreni sovra descritta. Dissi ad una certa distanza, imperciocchè raro avviene che all'uscire della valle alpina il fiume comunque contenuto in un alveo abbastanza profondo, di molto non sovrasti al sottostante terreno impermeabile, attesa la notevole pendenza dei terreni stessi e il cumulo di nuovi materiali che incessantemente anche il moderno fiume vi adduce, per modo che fra il livello delle acque all'uscita, e il piano impermeabile sottostante al cono di deiezione, vi è sempre declivio sufficiente a permettere loro di raggiungerne la superficie e di spandersi su di quella.

CAPO IV.

Idrografia interna.

11. Le acque adunque che si raccolgono nelle valli alpine trovano alla loro uscita verso la pianura un terreno il quale alla superficie, è per ogni parte in declivio, e facilita le derivazioni dal fiume che su di essa trascorre. Ma questo terreno è per sottile strato composto di materie fitte e sode come argille e terra vegetale. Al di sotto esiste un più potente deposito di ghiaie, sabbie e ciottoli, di grossezza crescente in ragguaglio alla profondità in cui si trovano ed alla vicinanza dello sbocco. Più sotto ancora, il terreno impermeabile terziario.

Ciò ritenuto è evidente che una notevole parte delle acque raccolte nella valle, devono nell' uscire da quella e passando per i grossi ciottoli che ivi formano letto al fiume infiltrarsi fra i medesimi, come in una spugna, e prendere il loro corso sotterraneamente verso quella direzione in cui le spinge la pendenza del nascosto terreno compatto. Il cammino in principio è facile per la grossezza dei materiali e per l'ampiezza degli interstizi fra essi esistenti, ma esso si va facendo più stentato col diminuire di quelli, a tal che le acque si suddividono in minuti fili e si sopraelevano a misura della difficoltà della strada che percorrono, e finiscono col costituire una specie di velo sotterraneo il quale occupa tutto lo spazio permeabile compreso fra il terreno impermeabile terziario, e quello poco meno compatto che forma la crosta superficiale. Correndo le acque a questo modo imprigionate fra due strati impenetrabili, ed essendo dotate di una pressione corrispondente al declivio del complesso di quei terreni, (il quale non è meno del 2 al 3 per mille nella bassa pianura, ed assai più presso allo sbocco delle valli dove il cono alluvionale è più pronunciato) riesce evidente che laddove la crosta superficiale venga per caso a trovarsi più sottile, ovvero sia stata da erosioni di fiumi torrenti e rivi, o dalla mano dell'uomo esportata, quelle acque dovranno sgorgare in quelle depressioni sia lateralmente dalle pareti della escavazione, sia dal fondo in zampilli verticali quali appunto spesso si manifestano nelle nostre fontane. Qualora a cotali acque sia aperto un alveo un canale di scarico esse immediatamente e perennemente vi fluiranno. Dove non esista questo sfogo esse riempiranno la fossa sino a quel livello che corrisponde alla generale interna pressione di quel complessso di vene acquee. E se si tratti di sola naturale depressione costituiranno quegli stagni quei terreni acquitrinosi, che tuttora infestano non pochi territorii.

12. I terreni della grande vallata superiore del Po hanno in genere due pendenze, l' una in senso trasversale dalle falde delle alpi verso gli alvei dei fiumi collettori, cioè verso levante, l' altra nel senso longitudinale della vallata, cioè verso settentrione. La risultante di queste due pendenze pei terreni superiori a Torino, sarebbe la direzione sud-ovest a

nord-est. Ma se a tale direzione in massima corrisponde il corso delle acque nella pianura, a qualche distanza dagli sbocchi colà dove esse, senza distinzione della loro provenienza, ed unite a quelle altre che derivano dalle nevi e piove che si raccolgono sulla pianura stessa, ovvero che hanno origine da filtrazione di canali o di irrigazioni, sono costituite in un velo unico, composto di infiniti fili diversi e in massima paralleli, non tanto si può dire delle acque stesse al primo loro mostrarsi dopo l'assorbimento avvenuto all'egresso della valle, imperocchè in questo caso esse decorrono in raggi dal centro dello sbocco, alla periferia di un circolo il quale seghi all'ingiro il cono di deiezione ad una determinata distanza.

Codeste acque al primo loro apparire od in naturali depressioni o negli scavi sono per lo più allo stesso livello all'intorno del descritto circolo, senza notevole differenza fra la parte che si trova a monte e quella che si trova a valle della maggior vallata; e ciò forse dipende dalla esistenza di un avvallamento nel sottosuolo terziario impermeabile, di cui sovra si tenne parola, il cui labbro o margine non lascia sfuggire le acque fuorchè ad una determinata distanza ed elevazione.

CAPO V.

Scavi di allacciamento, e di acquedotto.

13. Ritenuta così in massima la condizione dei terreni costituenti il suolo della nostra pianura è di tutta evidenza che per utilizzare nel miglior modo le acque sotterranee, conviene anzi tutto riconoscere per mezzo di accurate livellazioni la pendenza del terreno dal sito in cui esistono fondi acquitrinosi, fontane, pozzi o scandagli di prova, dimostranti la poca profondità delle acque interne, e quello in cui si vogliono portare le acque estraende ad uso di irrigazione od altrimenti. Raramente avverrà che risalendo dalla superficie dove si vuole aver l'acqua disponibile, verso il terreno più elevato, ad una distanza di 1000 a 2000 metri, non si

trovi declivio bastante per portare lo scavo di erogazione sino a 3, 4, o 5 metri (1) di profondità necessari per ben entrare nella interna falda acquea, e per lasciare al canale fugatore una pendenza sufficiente per la condotta dell'acqua.

Dissi per ben entrare nella falda acquea, imperciocchè non conviene che lo allacciamento si faccia a quella sola profondità in cui cominciano a manifestarsi dei trasudamenti o delle piccole scaturigini, ma bisogna che si abbassi di un metro e mezzo o due metri almeno al di sotto di quelle prime acque; a questo modo non solo non avverrà di prendere per vere polle di scaturigine prodotte dalla pressione della interna falda, i piccoli fili acquei sollevati da una azione capillare dei meati del terreno, ma praticando l'invito ad una profondità notevole non avverrà mai che per durare di siccità l'acqua interna di tanto si abbassi, dal cessarne l'efflusso nel canale erogatore.

14. Gli scavi nel maggior numero dei casi dovranno essere due, o per lo meno camminare in due direzioni. L'uno costituirà l'acquedotto, l'asta del canale, il quale dipartendosi da una profondità insignificante, ed entrando contro corso d'acqua, via via nel terreno a misura che il declivio lo permette, debbe raggiungere il sito del massimo di distanza e di profondità stabiliti in seguito agli scandagli ed alla livellazione. Ordinariamente avviene che questo scavo dovendo appunto camminare a ritroso della pendenza del terreno dalla quale trae legge anche il sotterraneo cammino delle acque, incontri nel suo corso sempre presso a poco le stesse vene di scaturigine, lo stesso sotterraneo rivo, epperciò sebbene l'acqua si accresca a misura che si approfonda il canale, ciò non succede tuttavia in una proporzione molto appagante. La cosa è ben diversa quando giunti al massimo di profondità che sta in progetto, si apre la trincea di invito in senso trasversale al canale prima aperto, che sarà appunto il secondo scavo di cui sovra si fe' cenno. È chiaro che se col primo canale si seguitò sempre il cammino di contro ad un solo filo d'acqua, col secondo in senso trasversale si ver-

(1) Una escavazione maggiore di 5 metri cagionerebbe una spesa tale di espropriazione e di cubatura, che forse sarebbe più opportuno il costrurre una galleria coperta.

ranno a recidere tutte quelle altre vene che scendevano parallele al primo, ma da esso separate, e che senza una profonda incisione nel terreno non potevano recarsi a fluire nell' unico acquedotto. È chiaro ancora che tanto più sarà esteso codesto scavo di allacciamento, tanto maggiore sarà la copia delle acque estratte senza un aumento di spesa proporzionato al lavoro già eseguito.

15. La ora descritta disposizione è conveniente nella pianura lungi dagli sbocchi alpini, dove le acque hanno un corso regolare secondo le pendenze della grande vallata. Sarà conveniente del pari quando occorrerà di prendere le acque di fronte allo sbocco di una valle secondaria per tradurle perpendicolarmente al medesimo ad una maggior distanza. Non occorre pure di avvertire che se le acque si avessero bensì a prendere di fronte allo sbocco, ma per condurle di traverso nel senso della vallata maggiore, lo stesso canale acquedotto farebbe ufficio di scavo di allacciamento e non occorrerebbe altro scavo in senso più o meno perpendicolare al medesimo. La stessa cosa è a dirsi se il lavoro verrà stabilito sul fianco di un cono di deiezione in modo a troncare tutte le vene che da quella parte si diramano divergendo, appunto come una frazione delle asticelle di un ventaglio.

16. L'abate Paramelle nel prezioso suo libro (pag. 294), suggerisce di fare codesti scavi d'invito in traverso alle piccole valli per raccoglierne le acque, poi di costrurre in fondo due muri a secco con pietrami, e suvvi un volto ovvero lastroni e poi di ricoprire il tutto di terra, onde evitare spesa di scavo ed utilizzare il terreno. Secondo la mia poca esperienza nulla vi ha di peggio in questi lavori che le mezze misure. Conviene fare gli scavi quasi a tutta scarpa. Disporre le cose in modo che restino in fondo lateralmente al canale due banchine larghe 60 ad 80 centimetri, sostenute da una piccola palizzata e viminata fatta di rami di salice suscettibili di vegetazione. A questo modo le sponde mai non si scoscendono. Se si stacca qualche pietra, qualche zolla essa si arresta sulle banchine facendovi ritegno la vegetazione delle palizzate che pure ha per effetto di impedire la soverchia ventilazione ed evaporazione. Infine siccome le scaturigini specialmente nei primi anni della loro apertura, sogliono

scaricare gran copia di minute sabbie, le quali ricadendo nel canale hanno per effetto di ingombrarlo, e di far ostacolo allo zampillo di altre sorgenti, riesce molto opportuno di poter replicare quanto occorre gli espurghi, onde mantenere costantemente libero lo efflusso delle acque, il che sarebbe impossibile qualora il canale fosse coperto.

CAPO VI.

Dei pozzi tubati di estrazione.

17. Il lettore non avrà dimenticato che nei terreni, dei quali si ragiona, le acque decorrono come imprigionate fra le marne compatte esistenti ad una certa profondità, e la corteccia superficiale del terreno coltivo, camminando fra le sabbie, ghiaie e ciottoli che stanno frammezzo, i quali per lo più crescono di mole, costituendo un mezzo più permeabile, a misura della profondità; non avrà dimenticato che queste acque hanno una determinata pressione per cui aperto uno scavo, un pozzo, una fontana, esse vi sgorgano e si dispongono ad un certo livello. Ma appunto guardando all'efflusso di queste scaturigini nei nostri terreni spesso si vedrà che esse si manifestano con polle verticali, le quali fanno turbinare le minute sabbie, e che sono più o meno vivaci secondo la abbondanza delle acque, e la maggiore o minore porosità del terreno.

Questi zampilli verticali dimostrano che le acque interne hanno una certa forza di ascensione, ma che rattenute dall'ostacolo del terreno, il quale verso la superficie è ancora assai compatto, mal possono aprirsi la strada. Da quest' osservazione all'idea di schiudere a queste acque una più facile via il passo era brevo, ed è ciò che pensai di fare per mezzo di tubi in ferro di lunghezza adeguata alla necessità di raggiungere il sottosuolo composto di materiali più grossolani, dove più abbondanti e con minori ostacoli decorrono le acque sotterranee. Infitti codesti tubi a 4, 6, 8 o più metri di profondità, le acque le quali sebbene dotate di sufficiente pressione non avrebbero potuto scaturire alla super-

ficie negli esistenti scavi, per la difficoltà del cammino, e per l'attrito che vi avrebbe fatto ostacolo, trovando libera la via, vi si precipitano con rigoglioso zampillo, venendo ad accrescere considerevolmente la dote di quelle che dal semplice scavo erano state già invitate e raccolte.

È evidente diffatti che comunque permeabile fosse il sotto suolo in cui quelle acque decorrevano, il loro cammino era lungi dall'essere libero e facile. Aperto cogli scavi uno scarico il quale già si abbassa sotto al livello della sotterranea falda acquea, ed aperta coi tubi una via all' estollersi delle acque più depresse, quel terreno che prima costituiva un cammino sebben malagevole, si ridurrà invece in confronto della uscita facile ed aperta, come un pretto ostacolo, una chiusa al corso interno delle acque, le quali decorrendo e sollevandosi come nel braccio di un sifone verranno a zampillare nello scavo.

Il fenomeno al postutto non ha nulla di singolare essendo niente più che la ripetizione in più stretta proporzione di ciò che ha luogo nei pozzi così detti artesiani, dei quali troppo sono note le condizioni perchè occorra di accennarle.

18. Codesti tubi sono di ferro battuto, così detto *vuoto* lunghi quattro metri, e colle estremità filettate a vite, per poterli riunire con fascie pure a vite, e sono del diametro interno di 5, 6, 8 o più centimetri. A differenza dei tubi per pozzi artesiani, i quali si abbassano nel terreno dopochè è stato con adeguati ordegni aperto il foro, questi si infiggono mediante un palo in ferro con punta acciaiata inferiormente, e grossa capocchia di sopra, il quale immesso nel tubo come in una guaina serve a piantarlo di forza col mezzo di una mazza a castello appositamente apprestata, sistema questo che se è molto conveniente ed economico nei terreni ghiaiosi e ciottolosi dei quali si tratta, sarebbe inattuabile colà dove si avessero a traforare strati di terreno, di natura fitta e compatta. Il palo o spranga d'infissione si allunga essa pure con giunte a vite a seconda del bisogno di raggiungere una maggiore o minore profondità.

Allorquando il tubo ed il palo uniti sono infitti al punto che si conviene, si estrae per mezzo di appositi apparecchi e con successive operazioni il palo sempre alquanto ritenuto

dalle sabbie che si sono frammesse tra esso e il tubo. Ciò eseguito conviene estrarre con curette, ordigni a valvola ed altri utensili, le sabbie e pietre che si precipitano nel tubo, e fare in adiacenza della estremità inferiore un po' di vuoto, onde le acque liberamente affluiscano. Se il caso vuole che siasi penetrato in un filone di grosse pietre non frammiste a sabbie, in poco d'ora il tubo raggiunge tutto il suo efflusso; se invece vi è mista della sabbia allora il lavoro di espurgo può richiedere un lavoro anche di un giorno o due, qualora assolutamente si voglia in quel punto ottenere un discreto volume d'acqua, e non si preferisca trapiantare il tubo a qualche distanza.

19. La portata di questi tubi è di mezzo litro ogni minuto secondo, al minimo, e di 7 ad 8 al più, giusta gli esperimenti sinora fatti, avvertendo che mai non furono eseguiti consimili lavori in vicinanza agli sbocchi alpini, e che le prove ivi fatte con un piccolo apparecchio portatile, lascerebbero sperare ben migliori risultamenti.

20. Fatti gli scavi nel modo accennato nel precedente capo, i tubi si infiggono in quello di allacciamento. Se la operazione fu ben studiata, se la trincea di raccolta recide veramente le vene parallele, potrà in essa collocarsi un numero considerevole di tubi di estrazione, anche a pochi metri di distanza, senzachè l'uno pregiudichi l'efflusso dell'altro. Al contrario se diversa è la direzione interna delle acque, l'efflusso dei tubi collocati ne darà manifestissima prova, perchè si riconosceranno i medesimi in relazione fra di loro.

21. Il sistema di questi pozzi tubati oltre all'essere utilissimo per accrescere le acque di irrigazione tanto nei nuovi fontanili formati secondo la sovra esposta teoria, come nelle preesistenti fontane, lo riesce del pari per procurare ottima acqua potabile. Basta por mente alla condizione dei terreni sovra descritta per comprendere, che i tubi togliendo l'acqua che corre in un deposito di pure sabbie, ghiaie e ciottoli di natura quasi esclusivamente silicea, senza mistura alcuna di materie organiche, non ponno a meno che somministrarla purissima. Pongasi pure che sia viziata e corrotta quella che corre nei meati più superficiali del suolo, è palese che qualora essa venga a penetrare ne' più depressi strati dovrà ab-

bandonare fra i materiali superiori più fini, ogni cattivo elemento e scendere in quelli feltrata e purissima.

Tanto è ciò vero che in qualsiasi sezione un po'profonda dei nostri terreni, si scorgerà al di sotto della cotenna superficiale di terreni argillosi torbosi o vegetali, uno spazio di ghiaie e sabbie diluviali, ancora compenetrato e tinto da materie terrose, succedendovi al di sotto le ghiaie e ciottoli assolutamente lavati e mondi.

A tale vantaggio vuole aggiungersi quello di una temperatura costante, la quale appare fresca nell'estate e calda nell'inverno, e quell'altro del trovarsi l'acqua eccezionalmente ossigenata, essendo fatto costante che dalle scaturigini un po' abbondanti del continuo si sprigionano bolle d'aria.

21. I pozzi per acqua potabile si fanno sullo stesso sistema in massima sovra descritto, ma spesso in iscavi di minore profondità e senza trincea di allacciamento, dacchè per lo più non trattasi di ottenere un volume d'acqua considerevole, ma bensì di acqua buona. Anzi negli stessi pozzi attuali ho trovato un sistema semplice ed economico per estrarre unicamente l'acqua buona ed isolarla compiutamente da quella rea, e sto per farne l'esperimento.

I molti lavori fatti eseguire allo scopo sovra descritto, e il loro favorevole risultamento, mi permettono di assicurare che le cose esposte riguardo alla qualità delle acque in quel modo estratte non sono supposizioni ma verità costante, non smentita mai.

22. I pozzi tubati secondo il mio sistema, sebbene sorretti dalla stessa teoria degli artesiani, ne differiscono per molti aspetti.

1. Per il modo di perforazione, dacchè al costoso lavoro delle trivelle, si sostituisce una infissione forzata la quale richiede al più il lavoro di due o tre ore, e che non mi risulta essere mai stata praticata per quanto ne consti dai trattati che mi fu dato di esaminare (1).

2. Per il volume dell'acqua, giacchè invece di pochi litri che procurati con un pozzo artesiano costano cospicue somme,

(1) Arago. — Garnier. — Dégousée. — Burat. — *Manuel du fontenier.* — Paramelle. — Dumas. — Pareto, etc. etc.

sempre incerte, si ottiene un volume d'acqua suscettibile di essere accresciuto in proporzione del numero dei tubi infissi, e con spesa tenue e certa (1).

3. Per il prezzo giacchè il poco costo del mio sistema d'impianto permette di far eseguire questi lavori al prezzo di lire 100 ogni tratto di quattro metri, (a parte la spesa di trasporto dell'apparecchio) non essendo mai avvenuto che ad otto metri di profondità oltre quella del fontanile, e di conseguenza con 200 lire, non siasi raggiunto un soddisfacente efflusso, il perchè si può sempre far patto di levare i tubi che non diano un appagante risultamento. Mai però mi avvenne di farlo, dappoichè anche un mezzo litro per minuto secondo, costituisce una quota d'acqua che vale il doppio per lo meno della spesa sopra accennata (2).

23. Molti fra gli autori che hanno trattato delle acque sorgenti, descrivono i così detti occhi di fontana che sono in antico uso sul Milanese, sul Vercellese; ed in tutte le provincie nelle quali la estensione delle irrigazioni, ha insegnato a trar partito delle acque di scaturigine. Essi consistono in tinozze senza fondo, di metri 1 a 3 al massimo di altezza, e del diametro pure massimo di un metro, infisse nel bacino dove si raccolgono le acque di sorgente e nei siti dove si manifestano polle d'acqua, l'ufficio delle quali fu

(1) I pozzi trivellati che si fanno col sistema in uso ed in terreni di regolari stratificazioni, raramente possono essere utili per la irrigazione, costando somme considerevoli, e dando bene spesso un piccolo efflusso. Forse sarebbe possibile di eseguire di quei pozzi nel bacino del Po forando il pliocene e raggiungendo le formazioni calcari inferiori, le quali nelle frequenti screpolature possono contenere delle abbondanti vene acquee. Ma il pliocene sembra essere di uno spessore molto notevole. Il conte Corbelli a Rivoltella presso a Reggio nell'Emilia avendo tentato di fare un pozzo trivellato non potè oltrepassare quello strato sebbene il foro abbia raggiunto 675 metri di profondità!

(2) Spesse volte mi fu fatta la osservazione che aperto l'efflusso alle interne acque col mezzo dei tubi, devono venir meno molte delle polle acquee prima esistenti nella fontana o nello scavo. Se ho riuscito a spiegarmi in modo chiaro, il lettore ha già compreso che ciò non può avvenire. Il complesso di vene acquee decorrenti nel sotto suolo a varie profondità obbedisce alla stessa pressione. Quelle superiori e vicine allo scavo vi possono comunque con qualche stento penetrare, quelle inferiori non potendo aprirvisi la via continuano il loro cammino negli antichi meati. Ma praticato il foro tubato essendo esse dotate di uno stesso impulso di quelle superiori ed anzi forse maggiore attesa la più larga strada che percorrevano, sboccano in aggiunta alle altre senza nulla detrarvi dacchè il livello d'efflusso è il medesimo; al postutto questo fatto è confermato dalla più costante esperienza. Mai uno zampillo ebbe a scomparire in seguito all'infissione di tubi; è confermato dalla misura delle acque prima e dopo l'operazione, ed infine dagli effetti ottenuti, riguardo ai quali rimando il lettore ai Documenti.

sempre ritenuto essere quello di mantenere libero l'efflusso delle polle stesse, impedendo che delle materie scendano ad ingombrare il fondo della fontana (1).

Potrà a taluno sembrare che fra queste tinozze ed i miei tubi vi sia qualche rapporto; ma la cosa invece è ben diversa ed io spero di potere in poche parole dimostrare, che il sistema dei tubi presenta un vantaggio incomparabilmente maggiore.

Diffatti le tinozze non possono introdursi che a poca profondità e con esse non si riesce a raggiungere gli interni depositi più permeabili, come facilmente avviene coi tubi.

Le tinozze pel loro ampio diametro non costituiscono l'efflusso di una sola grossa vena d'acqua, ma sono il ricettacolo di più polle o zampilli, che si palesano in fondo nello spazio compreso fra le loro pareti, e dei quali queste sono niente più che la tutela. Ora è evidente che questi zampilli all'uscire dall'interna vena che gli adduce, si trovano oppressi da una colonna d'acqua di una grossezza e di un peso immensamente sproporzionati ai loro, per modochè è impossibile che si sollevino colla stessa velocità di cui erano prima dotati sino alla bocca superiore di efflusso della tinozza. Evidentemente la diminuzione della forza di ascensione sarà in una certa proporzione fra la somma dei diametri dei piccoli fori degli zampilli, e quello più ampio della tinozza, e l'effetto di quella diminuzione sarà immancabilmente quello dell'abbandono in fondo alla tinozza delle minutissime sabbie che ogni vena acquea, del continuo trasporta al sito di scarico, le quali non potranno essere sollevate e versate fuori del tino.

Si ha dunque nelle tinozze una condizione di cose che continuamente influisce ad alterare e diminuire il loro effetto, poichè le minute sabbie accumulandosi in fondo, e nei meati stessi del terreno vicini alla superficie, finiscono per fare assoluto ostacolo all'uscita delle acque, motivo per cui oltre all'essere necessarie frequenti e diligenti curature assai dif-

(1) Lascaris. *Memoria sui fontanili*, 1830, p. 7. — Colombani. *Manuale di idro-dinamica*, p. 93. — Pareto. *Manuel d'irrigations et d'assainissement des terres*, p. 417. — Nadaut de Buffon. *Hydraulique agricole*, t. 1, p. 246 e seguenti.

ficili ad eseguire, avviene talvolta che malgrado le medesime, l'efflusso non si può più ristabilire (1).

La cosa è ben diversa nei tubi, dappoichè in essi la colonna acquea è una sola dal sito sotterraneo in cui la grossezza dei materiali, e la più sentita lontana pressione fa affluire le acque, a quello in cui a conveniente livello vengono scaricate. Se delle sabbie e delle piccole ghiaie sono dall'acqua spinte in un tubo già spurgato, la colonna acquea immediatamente le trasporta e rigetta, e quando l'efflusso raggiunge tre o più litri per minuto secondo, anche i più grossi ciottoli che possano passare nel tubo, sono da esso scaricati. Non mi avvenne mai che alcuno dei tubi siasi di per sè insabbiato o riempito di materie, e che abbia per tale causa cessato di funzionare, scorgendosi piuttosto un aumento che una diminuzione, quando non vi entri malizia od imprevidenza (2).

I tubi in ferro adunque quando siano convenientemente stabiliti e sia provveduto alla difesa loro contro i guasti che vi si possono fare, sono di un efflusso costante e perenne, e di una durata perpetua, mentre essendo in ferro battuto dello spessore almeno di un mezzo centimetro, e restando del continuo sommersi, non sono dall'ossido consumati.

(1) Un tale abusando della cortesia di chi dirigeva lavori di infissione, esaminò e riprodusse in legno ferrato gli ordigni da me impiegati in queste operazioni, e prese ad infiggere tubi composti di doghe in legno cerchiate, che intitolò *tinozze tubulate*. Mi astenni sinora dal reprimere come avrei potuto lo sleale procedere, dacchè i tubi in legno essendo di maggior grossezza, la loro infissione a quel modo riesce assai difficile e costosa, e non potendosi d'altronde raggiungere una profondità che di qualche metro, il loro efflusso non può pareggiare quello dei tubi in ferro da me adottati, dopo aver sperimentato quelli in legno.

(2) Sopra un numero di poco meno di 200 pozzi stati aperti, uno solo, quello di cui ebbi l'onore di far omaggio al municipio di Vercelli, e che ad otto metri di profondità diede un bel getto di ottima acqua potabile, è diventato intermittente gettando nella calda stagione, cessando nella invernale. Ma tale intermittenza è da attribuirsi al fatto che per le circostanze locali essendosi dovuto stabilire l'efflusso al livello più elevato che possono raggiungere le sorgenti ordinarie, ogni lieve abbassamento che si produca nell'interno velo, per diminuzione nell'arrivo delle acque alpine sotterranee, basta ad impedire che esse possano per quel sifone scaricarsi.

CAPO VII.

Della utilità dello studio dei terreni.

24. Parrà forse al lettore che per lo scopo della presente memoria, poco meno che inutile sia stata la rapida esposizione fatta in principio circa al modo di formazione del terreno della vallata superiore del Po. Eppure chi si faccia in località diverse a meditare sul più o meno probabile successo di una operazione, non potrà a meno di riconoscere assai vantaggioso lo studio della origine del terreno, sulle norme di quella teoria.

25. Trattasi per modo di esempio, di tracciare lavori di estrazione d'acqua per irrigare dei territorii posti sull'altipiano che sta compreso fra lo sbocco della Stura e del Tanaro, e la loro riunione presso Cherasco? La esistenza delle acque sotterranee non è dubbia, dappoichè esaminando la sponda destra della profonda erosione della Stura a poca distanza da Cuneo venendo sino a Cherasco, nella quale sono perfettamente distinte le tre specie di terreni in principio descritte, si vedranno tratto tratto al di sopra del terreno pliocenico, grondare le acque che per mezzo al deposito di ciottoli sopra stante si sono aperta la via, anzi nei siti di maggiore afflusso di quelle acque, la azione loro sul terreno soprastante, unita a quella delle acque decorrenti sulla superficie dell'altipiano, ha minato e fatto scoscendere il terreno, travolto al basso i detriti, dando origine a burroni e vallicelle quali si incontrano a Montanera e successivamente.

Lo stesso fenomeno si è verificato dalla parte opposta lungo la erosione fatta dal Tanaro, ed anzi ancora superiormente in quella che pure intacca il terreno terziario, prodotta dai torrenti Brobbio e Pesio, i quali separando l'altipiano stesso verso mezzogiorno dalle falde delle alpi affluiscono al Tanaro.

Le acque che si rovesciano all'ingiro dell'altipiano, sono nel loro complesso di un volume considerevolissimo. D'onde vengono esse? Quale è il sito opportuno per allacciarle?

Parte, non v'ha dubbio, derivano dalle piove e nevi de-

cadenti sull'altipiano stesso, e dai trapelamenti delle irrigazioni che vi si fanno. Ma una parte grandissima non può a meno che derivare da tributo delle valli alpine, e la separazione che è all'ingiro stabilita dalle descritte erosioni, dimostrerà ad evidenza la non vasta zona in cui conviene operare. Diffatti alcuni progetti si trovano ora in corso per utilizzare quelle abbondanti vene.

26. Si tratta di lavori a farsi nella pianura più lungi dagli sbocchi delle valli? Avverrà facilmente che dei terreni con apparenza acquitrinosa si incontrino lungo i piccoli rialzi di terreno, al piede degli altipiani. Queste sopraelevazioni possono essere prodotte o figurate da due cause ben diverse: o da uno spessore di terra argillosa dovuto alla ruina e spandimento delle morene terminali degli antichi ghiacciai, il cui cumulo crescendo di potenza, verso lo sbocco della valle frappone via via un maggiore spazio fra la superficie del terreno e quella dell'interno velo d'acqua. In questo caso le acque non possono essere convenientemente allacciate, fuorchè colà dove l'assottigliarsi del lhem ne consente facile la uscita dal sottostante terreno poroso.

Talvolta invece la sopraelevazione non è prodotta e figurata fuorchè dalla corrosione avvenuta per l'antico passaggio di un fiume o torrente, il quale di poi ha preso altra direzione. L'alveo che già era ben profondo, coll' andare del tempo si è colmato con depositi torbosi, con materie trasportate dal lungo decorrere delle acque piovane, e nel suo complesso riesce formato di melma argillosa abbastanza compatta. Malgrado la favorevole apparenza non converrà fare o limitare gli scavi di allacciamento in codesto terreno, ma bisognerà spingerli verso la presunta provenienza delle acque, nel vicino e laterale altipiano, imperciocchè le acque stesse hanno negli strati permeabili di quello il loro libero corso sin contro l'antico alveo, il quale colmato ad una certa profondità di materie compatte, fa l'ufficio di una chiusa al rovescio, e le trattiene, per modo che in realtà il loro efflusso sarà facile ed abbondante colà dove il terreno appare elevato ed asciutto, e molto minore nell'antica depressione fra le materie che pur sono dall'acqua compenetrate.

27. In altri siti una abbondanza eccezionale d'acqua prove-

niente dal sotto-suolo, senzachè la superficie appalesi accidenti di terreno, potrà spiegarsi osservando che ivi è il confine fra due coni di deiezione le cui nascoste acque confluiscono, e si dovrà studiare la direzione delle due provenienze. In altra circostanza non vi sarà il minimo segno, alla superficie del terreno in certe località, della esistenza d'acque sotterranee abbondanti, sebbene la vicinanza dello sbocco della valle, il non elevato livello di acqua nei pozzi, e la presenza di numerose non lontane scaturigini inducano a credere che l'acqua invece vi deve essere copiosa ed utilizzabile. Saggiando il terreno, si riconoscerà che l'alluvione lontana e finissima d'un fiume superiore, ha coperto di uno strato più fitto ed alquanto più spesso, le ghiaie e ciottoli del corso alluvionale in cui si vuol lavorare, e che appunto per essere più compatta ed impenetrabile la corteccia superiore, l'acqua interna si adunerà più abbondante e con ben maggior forza di elevazione nelle trincee d'invito.

28. Molto convien badare a questo giuoco delle alluvioni fine e grosse nel loro intersecarsi, incrociarsi, accavallarsi, che forse si troverà la spiegazione di un fenomeno suscettibile di essere molto utilizzato in tutta la valle del Po, sia agli sbocchi alpini, che dell' Appennino. Perchè ad esempio mentre in quasi tutta la pianura superiore ed inferiore a Torino, le acque sono a poca profondità, esse sono invece molto profonde nel tratto che corre dalla città allo sbocco della val di Susa, a tal che si trovano a 10 o 12 metri presso al Po, indi a profondità crescente a misura che si erge il terreno sino a raggiungere già 45 metri al pozzo della stazione di Collegno? La ragione è semplicissima. Attesa la strettezza della gran vallata fra lo sbocco di val di Susa e la collina di Torino, il Po nella sua erosione intaccò il cono di deiezione sino agli strati de' suoi grossi materiali, onde le acque provenienti da quella lunga valle e dai vasti bacini superiori, trovando un facile sfogo a quel basso livello, e non essendo trattenute e respinte da nessun ritegno di fini materiali, appena varcate le barriere moreniche che tuttora chiudono quella valle, precipitano al basso, e decorrono al Po con lieve interna pendenza, appalesandosi con infinite scaturigini nel suo letto.

Dissi che precipitano varcata la barriera morenica, poichè diffatti al di dietro di queste barriere di cui varii stadii si incontrano procedendo da Alpignano verso la interna valle, le acque sotterranee si trovano a pochissima profondità e con notevole pressione all'efflusso, come ebbi a verificare in parecchi siti, non potendo a meno di lamentare che ivi non siasi stabilita in convenienti proporzioni la presa di acqua potabile per la città di Torino, invece di portarla allo sbocco del bacino del Sangone con una operazione che mal dovette raggiungere il suo scopo, dal momento che inferiormente a quello, e nei boschi di Stupinigi e presso al Nichellino, e lungo la sponda del Po vi sono infinite, abbondantissime scaturigini, le cui vene non hanno altra provenienza fuor quella dell'accennato sbocco, e che guizzarono fra le mani degli ordinatori di quel lavoro.

Di quanto utile sia poi il riconoscere la natura e provenienza del deposito alluvionale in cui si lavora, nessuno meglio potrà dirlo che colui il quale a sue spese ha preso qualche lezione. La deiezione della Stura, per esempio, attesa la poca durezza dei materiali che la compongono, si è ad una certa profondità e ad una certa distanza dallo sbocco della valle, fatta assai compatta, e sebbene compenetrata d'acqua presenta vene molto sottili e men abbondanti. I lavori perciò riescono costosi e di minor prodotto che non nelle alluvioni vicine.

29. Degnissime infine di speciale studio sono le colline moreniche di cui in principio si discusse, poichè a seconda degli elementi di cui per certe condizioni degli antichi colossali ghiacciai si trovarono composte, ed a seconda della loro conformazione possono dar mezzo ad utilizzare le acque che sovr'esse si raccolgono; così i brani di antiche morene che stanno all'ingiro della valle d'Aosta sono per lo più composte in modo che lungo la loro superiore superficie corre una valletta. Due tratti di questa specie di valle o serie di bacini superiori, che sono presso al villaggio di San Martino, sono di natura affatto diversa. Quello posto più a ponente è composto di materiali impermeabili, a tal che le acque decadenti nel bacino superiore non avendo sfogo pei meati del terreno formarono degli stagni e diedero origine alla torbiera

di S. Giovanni, tuttora in corso di coltivazione. E pare che la sola erosione del rivo Borriana sia stata causa del loro prosciugamento, come lo è di presente dello scolo di quelle acque stesse.

Il tratto di morena invece posto verso levante, e sul quale sta il villaggio stesso, contiene esso pure un bacino assai esteso di tre a quattro kilometri di ampiezza, ma indarno si cercherebbero in esso degli stagni come in quello attiguo. Imperciocchè per la porosità del terreno composto bensì in parte di terra argillosa, ma con spessi e grossi ciottoli frammisti, le acque piovane sono nella massima parte bevute a tal chè il rivo stesso che ne reca la eccedenza alla pianura, dopo un certo tratto rimane asciutto e solo decorre in occasione di abbondanti piove. Le acque in quella guisa assorbite scendendo lentamente, e trovando al piede il diluvio alpino ancora più permeabile, scaturirebbero alle falde con grande abbondanza, dove non vi facesse ostacolo uno strato di terreno vegetale che rincalza le falde stesse, e che riesce tutto acquitrinoso e mal suscettibile di prodotto; un piccolo scavo ed una serie di tubi secondo il sistema sovra descritto potranno, dove vi si decida il proprietario, costituire una bellissima ed abbondante erogazione d'acqua per irrigare estese praterie, e prosciugare affatto la palude, permettendo la utilizzazione del terreno.

30. Ma io credo aver detto oramai su questo argomento più di quanto i confini di questo saggio possano comportare, e se mal non mi appongo, mi pare che lo scopo che mi proponeva deve essere raggiunto.

Quale sia la importanza di un sistema razionale di utilizzare le acque sotterranee scorrenti nelle nostre pianure, niuno è che possa contrastare. La disposizione dei nostri terreni convessa alla superficie presso lo sbocco delle valli, si presta in modo stupendo alle derivazioni dai fiumi e torrenti su di essa decorrenti a benefizio dell'agricoltura. La disposizione interna dei terreni stessi, non meno meravigliosamente è acconcia alla utilizzazione di quelle acque sotterranee le quali per molti argomenti si dimostrano assai più copiose di quel che non si credesse un tempo. Le une e le altre ripartite e diffuse sulla superficie dei terreni colla irrigazione, non sono

perciò, dopo prodotto il loro effetto, perdute, imperciocchè parte filtrando nel terreno poroso, ritornano a raggiungere il sotterraneo velo, ritornano ad essere nei più depressi piani utilizzabili, parte svaporando si sollevano nelle alte regioni ricadono in benefiche e men rade piove, recando nuovo alimento alle conserve esistenti sulla vetta dei monti. Saranno insomma come un capitale che invece di giacere ozioso nella cantina dell'avaro, viene posto in rapido giro, moltiplicando i miracoli del commercio e dell'industria.

Sono certamente degnissimi di ammirazione i grandi progetti in questi ultimi anni ideati da valenti ingegneri, per eseguire ampii canali, e dotare ad un tratto estesi territorii di acque di irrigazione. Ma la esecuzione di queste intraprese importa dei capitali immensi, e la spesa è sempre in un largo margine incerta. La esperienza dei grandi lavori eseguiti, dimostra la difficoltà che si incontra nel procurare le somme necessarie ed i gravi sacrifizi pecuniari e morali che occorre di fare, per avviarli, e come con questi peccati originali indosso non possano progredire. Io credo che molto vantaggio al contrario si possa ritrarre da operazioni moltiplicate, ma in piccola proporzione come quelle sopra descritte, le quali non richiedono che somme non cospicue, senza eventualità di aumento, e che sono di quasi sicura riuscita.

31. Dissi dei varii modi di utilizzare le acque interne, ma tacqui sinora di un importantissimo effetto di quel sistema di estrazione, e voglio accennare al prosciugamento, al risanamento dei terreni nella zona in cui quei lavori vengono eseguiti, e che ne è una necessaria conseguenza. Egli è di tutta evidenza che recidendo le vene acquee nel senso trasversale al loro arrivo, e dando libero sfogo alle medesime ad una profondità che già corrisponde al sotto-suolo permeabile, le acque esistenti in un certo raggio abbastanza esteso, dovranno abbassarsi e fluire verso quello scarico, nè potranno più sollevarsi a compenetrare ed a rendere acquitrinoso e malsano il suolo superficiale. La operazione nel suo complesso produrrà tutti gli effetti di un ottimo drenaggio salva la minor spesa e la circostanza che i meati di sfogo non si troveranno mai ostrutti come spesso avviene dei tubi di drenaggio.

32. Io non parlai, siccome ebbi a dichiarare in principio, fuorchè dei terreni dell'alta valle del Po, perchè i miei principali lavori di esperimento ivi furono eseguiti. Ma considerando che in moltissimi altri siti presso agli sbocchi delle altre valli delle Alpi, come anche di quelle dell'Appennino, possono e debbono verificarsi condizioni consimili di terreno, non può ivi essere di dubbio esito la applicazione e la riuscita del razionale sistema da me esposto.

Così ancora risulta dalla relazione sulle bonificazioni risaie ed irrigazioni del Regno d'Italia pubblicata dal Ministero d'Agricoltura e Commercio, che nella provincia di Foggia (Capitanata) esiste una vasta superficie di terreno (ettari 200000 circa) dove si verificano condizioni affatto simili a quelle sovra descritte e favorevoli alla estrazione di acque di irrigazione col mezzo di fontanili e di pozzi artesiani (1). Ora trattandosi di sotto-suolo ghiaioso appunto parrebbe sicura la riuscita dei pozzi tubati di infissione forzata secondo il mio economico sistema. E tanto parve persuaso della riuscita di consimili lavori quel Consiglio provinciale che per sua recente deliberazione stabilì cospicui premii a quei proprietarii che avrebbero con fontanili o pozzi artesiani estratto acque di irrigazione.

33. Nel conchiudere questo imperfettissimo saggio io devo avvertire che nell'enunciare fatti o teorie relativi alla disposizione del terreno, ed al corso delle acque nascoste, io mi sono più che alle osservazioni altrui attenuto a quelle fatte da me nei varii esperimenti tentati. Potrà pur troppo avvenire che io mi sia ingannato, ma allo stato delle cose, quella è la mia convinzione. Al postutto di molte fra le cose dette il lettore troverà conferma nelle dichiarazioni che credo bene di registrare a mo' di documento, e che richiesi a molte fra le persone od Amministrazioni per le quali ebbi a fare eseguire dei lavori.

Io richiesi la espressione della pura e semplice verità. — Spero che il benigno lettore vorrà riconoscere che il loro stile non è quello della quarta pagina dei giornali.

(1) Pagine 95 e 98.

DOCUMENTI

INTENDENZA GENERALE
DELLA CASA DI S. M.
PER PALAZZI VILLE E POSSESSI
NELLE ANTICHE PROVINCIE

Ufficio tecnico.

1. Quest'uffizio dichiara che avendo la Intendenza Generale della Casa di S. M. incaricato nello scorso autunno il signor cavaliere avvocato Claudio Calandra, di far infiggere un tubo di estrazione secondo il suo sistema, in una fontana esistente nella selva di Santa Maria, sulle fini di Racconigi e Cavallermaggiore, di dotazione della Corona, presso il casotto inserviente pelle guardie a caccia, la quale non somministrava che acqua corrotta ed imbevibile, venne immediatamente a surrogarsi un abbondante getto d'acqua purissima e potabile.

Si spedisce la presente per quell'uso che il sullodato signor Calandra crederà essergli utile.

Torino il 16 gennaio 1867.

Il Regio Archivista capo dell'uffizio tecnico
P. Foglietti.

Visto: Si dichiara esattamente conforme a verità la contro fatta esposizione, e le opere eseguite dal cavaliere Calandra, si dichiarano riuscite a grande vantaggio ed a piena soddisfazione di questa Generale Intendenza.

Torino 16 gennaio 1867.

L'Intendente Generale
Elia.

ATTESTATO

DELLA GIUNTA MUNICIPALE DI MURELLO

2. L'anno mille ottocento sessantasei addì 20 di dicembre, in Murello, nella solita sala delle congreghe, ivi, sotto la Presidenza del signor assessore anziano Taberna Ferdinando.

La Giunta Municipale..... dichiara:

Che il signor cavaliere avvocato Claudio Calandra, nominato nell'anno 1857, Sindaco di questo Comune, sin da quell'epoca propose e fece quindi nei successivi anni 1861 e 1864 col pieno appoggio dell'Amministrazione, eseguire, in terreni appositamente designati, e su progetti estesi dal signor ingegnere Edoardo Pecco, due importanti lavori di estrazione d'acqua, dal primo dei quali si ricavarono oltre a litri 150 per minuto secondo a benefizio del molino Comunale e delle antiche praterie del territorio che ne scarseggiavano, e dal secondo si estrassero litri circa 200 continui, coi quali si provvide alla irrigazione di altra parte considerevole del territorio che quasi totalmente ne mancava. In entrambi gli scavi d'allacciamento fu con pieno successo applicato il sistema dei pozzi tubati inventati dall'avvocato cavaliere Calandra, e dei quali fece nel primo di quei lavori e con tubo in legno il suo primo esperimento. Il paese volle attestare al Sindaco la sua riconoscenza, mandandola a perpetua memoria con un modesto monumento. La ora decretata cessione delle acque ricavate, ai proprietarii dei fondi irrigui, a tenue prezzo, sta per rimborsare largamente l'erario Comunale delle sostenute spese. Recentemente l'avvocato Calandra fece aprire in una sua proprietà attigua all'abitato, ed a sue spese una pubblica fontana con un tubo di estrazione

secondo il suo sistema, somministrando così alla popolazione un efflusso giornaliero di metri cubi 60 circa di ottima acqua potabile (1).

Firmati: Ferdinando Taberna
Gioanni Gentile
Spertino Gio. Battista
Borione G. Carlo.

Geometra L. Borgna *Sost. Segretario.*

---

3. Se prima del 1862 gli abitanti di Murello per dieci mesi dell'anno non possedevano per cuocere li alimenti, e per bevanda altr'acqua se non quella de' pozzi, i quali per essere aperti di brevissima profondità, e ricettacoli d' acqua filtrata pei cortili sempre cospersi e talvolta quasi coperti di materie animali e vegetali, a maggiore o minor grado di putrefazione o macerazione, davano acqua accettabile pressochè solo nelle piazze forti strette d'assedio, tranne in luglio ed agosto in cui affluivano quasi tutti ad un fonte detto delle *Basse*, solo a tale epoca libero da un rivo detto la *Follia*; dopo, dico (1862), la felice scoperta dei tubi fatta dal cav. avvocato, deputato Calandra, dessi, i fortunati Murellesi, utilizzano a loro salute tutto l'anno ed in abbondanza un'acqua delle migliori.

Vidi varie volte che i primi getti d'acqua, uscenti dai tubi man mano approfondentisi, erano accompagnati da ghiaia pura, insipida ed inodora, anche sotto la conficcazione. Vidi i lavoranti che provavano benefici effetti nella digestione bevendo tale acqua, anche in quantità eccessiva, come il richiedeva il calor della stagione.

Allora la esaminai sotto quegli aspetti che dettarono Ippocrate, Frank, Levy, Martini ecc.; e constatai che tutte le acque estratte pei tubi conficcati a più metri di profondità, a tre, a due, ad uno circa chilometro a S. S. O dell'abi-

(1) I due lavori sovra accennati costarono in complesso, attese le onerose espropriazioni e le molte opere d'arte occorse, circa lire 40,000.

tato, non che quella pell'ultimo conficcato a proprie spese ed in proprio fondo del signor Inventore sul limite N dello stesso abitato, sgorgano acque inodore, insipide, fresche d'estate, vaporose d'inverno, che cuociono bene i legumi, poste in vasi di cristallo scoperti si conservano bene per 20 e più ore, dopo l'ebollitura si conservano limpide e lasciano pochissimo sedimento; qualità appunto delle acque buone secondo i suddetti igienisti.

In questo modo convinto nella mia qualità di medico-chirurgo condotto, la prescrissi agli infermi ed ai convalescenti, nei quali tutti, ad onor del vero affermo d'aver costantemente osservato sensibili vantaggi, anche facendone ingoiare quantità relativamente eccessive, come provai su me stesso.

Pel che, tanto miglior occasione presentossi nello scorso biennio in cui l'apparato gastro-enterico fu quasi esclusivamente il campo prediletto della costituzione morbosa dominante.

Murello, 4 gennaio 1867.

Firmato: Felice Domino
Medico-Chirurgo Condotto.

LA GIUNTA MUNICIPALE DI VILLANOVASOLARO.

4. Attesta che il signor cavaliere avvocato Claudio Calandra intraprese nell'anno 1863 a sue spese, ed in terreni a tale uopo da esso acquistati, e parte in cui gli fu dato passaggio dai rispettivi proprietarii, per i quali fondi, dett'acqua escavanda doveva passare onde andare a beneficio dei possidenti inferiori, la escavazione di un fontanile ed acquedotto, nei quali applicò largamente il suo sistema dei pozzi tubati in ferro per estrazione di acqua, e che da tale operazione ricavò un corpo d'acqua di assai considerazione, essendosi con esso irrigati regolarmente ogni quindici giorni ettari set-

tantasei circa di prato, con piena soddisfazione dei loro proprietarii atteso il tenue canone fissato per quella irrigazione (1).

Dato a Villanovasolaro

Firmati: Il Sindaco Carlo Morelli.

I Membri della Giunta:

Borsello Domenico.
Garzino, *Farmacista.*
F. Villosio, *Segretario* (2).

---

5. Dichiaro che il signor cavaliere avvocato Claudio Calandra deputato, avendo assunto di somministrare acqua per la irrigazione del mio tenimento di Cavallerleone (ettari 224) con lavori da intraprendersi a suo rischio e pericolo in caso di non riuscita, ebbe colla esecuzione di uno scavo di allacciamento (lungo metri 380, profondo 3. 50) e del successivo acquedotto (metri 800 circa) non che colla infissione in quello di 14 tubi di estrazione (metri 6 e 8 di profondità), secondo il suo sistema, ad estrarre un corpo d'acqua perenne

(1) La Giunta non ricordò che nel centro dell'abitato, ed in una fontana esistente nella bealera del molino, feci apporre a mie spese un tubo di estrazione il quale nella calda stagione e quando è in secco il canale, somministra ottima acqua potabile a quella popolazione. Il lavoro cui accenna la Dichiarazione, costò lire 14,000 circa.

(2) Di questi primi esperimenti fatti a Murello ed a Villanovasolaro avendo fatta relazione al Consiglio provinciale di Cuneo cui ho l'onore di appartenere, chiedendo il suo appoggio morale per la estensione del trovato, fu nominata una Commissione composta dei signori, marchese Bertone di Sambuy, conte Ignazio Vassallo, e del conte G. B. Michelini, i quali avendo visitato le opere eseguite, ne fecero al Consiglio il 6 settembre 1864 una relazione favorevolissima, di seguito alla quale fu accolta pienamente la mia instanza e fu poi scritta dal Ministero di Agricoltura e Commercio, cui quella relazione fu trasmessa, una nota in data del 7 gennaio 1865, concepita nei seguenti termini:

» Dal Ministero dell'Interno ho ricevuto una copia della deliberazione presa da codesto » Consiglio provinciale in adunanza delli 6 settembre p. p. per l'applicazione e diffusione » del sistema di irrigazione proposto dall'avvocato Calandra.

» Dalla citata deliberazione veggo con piacere l'interessamento che piglia il prefato Con» siglio per lo sviluppo della industria agricola in codesta Provincia, e prego il signor Pre» fetto ad incoraggiare da parte mia l'avvocato Calandra nelle sue ingegnose esplorazioni » per l'applicazione su vasta scala del suo sistema di irrigazione.

Pel Ministro
Firmato: De-Blasis.

di litri 200 circa ogni minuto secondo, il quale non scemò sensibilmente nemmeno in occasione della forte siccità della scorsa stagione, e col quale si irrigarono nei trascorsi due anni regolarmente ogni 15 giorni gli ettari 54 di praterie fisse del tenimento non che tutti gli altri terreni coltivati a grano turco e prateria artificiale, e si diede pure irrigazione regolare alle inferiori tenute spettanti al cavaliere San Martino, al marchese Vivalda ed al signor Andreis, non che eventualmente a molte altre vicine proprietà. Per il che tutto non posso a meno di attestare al signor Calandra la mia piena soddisfazione (1).

Torino, 17 dicembre 1866.

Firmato: Carlo Ceriana.

CITTÀ DI CAVALLERMAGGIORE.

6. Il Sindaco

Visto l'art. 102, N° 2 della legge Comunale 20 marzo 1865;

dichiara ed attesta:

Che il signor cavaliere ed avvocato Claudio Calandra, deputato al Parlamento Nazionale, avendo nel principio dello scorso anno 1865 assunto un lavoro di estrazione di acque sotterranee secondo il suo sistema a favore del *Consorzio* dei proprietarii delle praterie poste in questo territorio nelle regioni: *Pasco*, *Paschetti*, *Pradassi*, *Salerie soprana e sottana*, *Cardello*, *Bertola* e *Spessa*, riusciva a somministrargli un corpo d'acqua perenne, che dalla misura e verificazione fattane per due anni sul finire del luglio risultò di litri novantanove ogni minuto secondo.

Dichiara ancora che lo scavo delle sorgenti è lungo metri 250 circa, profondo poco meno di cinque, e che vi si

(1) Quest'opera per la quale non occorse acquisto di terreno da terzi, costò lire 16,000.

infissero dodici tubi di estrazione a metri quattro, e che l'acquedotto eccede i millecinquecento metri.

La somministranza e le relative opere essendosi assunte dal prefato signor cavaliere ed avvocato Claudio Calandra a totale suo *rischio e fortuna*, col fissarne il compenso ad un tanto il litro, il Consorzio non potè a meno di rimanere grandemente soddisfatto dell'esito dell'operazione la quale riuscì in modo mirabile, mentre con dette acque si irrigano costantemente e regolarmente anche nei giorni di maggiore siccità oltre a centosessanta ettari di terreno prativo per cui oltre alla sua piena soddisfazione, il Consorzio ebbe a tributargli gli atti della sua più sentita gratitudine (1).

In fede ne rilascia il presente ad uso privato del signor cavaliere avvocato Claudio Calandra perchè se ne possa valere in ciò che di ragione e di diritto.

Cavallermaggiore, 20 dicembre 1866.

Il Sindaco, firmato: Robery N.

---

7. I sottoscritti proprietari di un tenimento a Ticineto presso Casal-Monferrato, dichiarano che per la irrigazione delle loro praterie non avevano altr'acqua che quella di un fontanile munito di tinozze, la quale mancava ogni anno alla metà di giugno, per modo che a stento riuscivano ad ottenere il secondo fieno. Che sull'avviso dell'avvocato Calandra avendo prolungato l'asta della fontana e scavato un profondo taglio in senso trasversale al presunto corso delle acque sotterranee della lunghezza di metri 300 circa, ebbero ad accrescere considerevolmente il volume delle acque prima esistenti. Che avendo poi l'avvocato Calandra fatto stabilire in quello scavo otto pozzi tubati secondo il suo sistema, e due nell'asta, tutti ad otto metri di profondità, quel corpo d'acqua si accrebbe ancora di tanto, e si mantenne così costante, che si poterono

(1) Il fontanile avendo somministrato un corpo d'acqua perenne di litri 100 circa continui, che fu con regolari canali diramato alle praterie, permise anche la utilizzazione di piccoli scoli eventuali i quali prima andavano spesso perduti. Il complesso dei lavori (a parte la spropriazione) costò lire 15,000 circa.

tenere a regolare irrigazione, in terreni a dir vero poco bibuli, ettari 7 di marcita, ettari 26 di prato ed ettari 23 di risaia.

I pozzi posti nello scavo di allacciamento diedero litri 4 a 5 circa ciascuno per ogni minuto secondo. I due dell'asta assai meno, confermando appieno le supposizioni fatte circa al corso parallelo, ed alla direzione delle vene intersecate.

Insomma i sottoscritti attestano che senza il lavoro suggerito dal signor Calandra, e senza la bella riuscita de' suoi tubi, si vedrebbero ancora, nel loro tenimento e nella estiva stagione, screpolati per siccità i terreni, ed intisichiti i raccolti, mentre ora vi fiorisce la ricca coltivazione del riso e vi verdeggiano costantemente le praterie, per il che ne dichiarano al signor Calandra la loro riconoscenza.

Casale, 22 dicembre 1866.

Firmato: Avvocato Alessandro Oddone
Giovanni Oddone.

Visto: Si dichiarano autentiche le firme dell'avvocato Alessandro Oddone, e del signor Giovanni Oddone.

Casale, 22 dicembre 1866.

Pel Sindaco, firmato: Bottacco.

---

8. Dichiara il sottoscritto che in un suo fontanile, in territorio di Racconigi, il sistema dei tubi di ferro del signor cavaliere Claudio Calandra deputato al Parlamento italiano, ha dato ottimi risultati, e da tre anni circa che esso sistema fu messo in opera, non si è mai manifestato in nessuna stagione diminuzione alcuna nelle quantità d'acqua emesse dai tubi, e si è ricavato molto giovamento senza il menomo inconveniente.

Torino, 11 gennaio 1867.

Demetrio di Priero (1).

(1) Questa fontana nella calda stagione non bastava ad irrigare pure un palmo di terreno. Quando fu sistemata e vi furono infissi sei tubi, si irrigarono oltre a 30 ettari di prato ogni 20 giorni; di recente furono, sulla istanza del signor marchese di Priero, aggiunti tre tubi dei quali due ancora diedero ottimo risultamento. Il poco efflusso del terzo si era prima preveduto e dichiarato.

9. La sottoscritta dichiara che desiderando di utilizzare certe scaturigini esistenti nel suo tenimento della *Vernea*, Comune di Nichellino, Provincia di Torino, per la irrigazione delle praterie del medesimo, sebbene il poco declivio esistente dalle fontane alla superficie dei prati, non ne permettesse lo approfondimento, ebbe a richiedere d'avviso l' avvocato cavaliere Calandra, il quale fatto sistemare ed estendere a modo d'allacciamento gli esistenti scavi, ed infissi in quelli nove tubi secondo il suo sistema, riuscì ad accrescere di tanto l'efflusso di quelle sorgenti, che nella ora scorsa stagione, malgrado la anormale siccità, si irrigarono abbondantemente gli ettari 30 circa delle praterie di quella tenuta, essendosi per di più riconosciuto che con quella dote d'acqua le si possono aumentare.

Per il che di buon grado la sottoscritta si dichiara soddisfatta dell'applicazione di quel trovato.

Torino, 31 dicembre 1866 (1).

Firmata: C.ssa Rasini, *di Mortigliengo.*
Neé Ferrero, *de Ponsiglione.*

---

10. Il sottoscritto nella sua qualità di esecutore testamentario ed amministratore dell'eredità Malines, la cui proprietà spetta alla piccola Casa della Divina Provvidenza detta Opera Cottolengo, dichiara che avendo nella scorsa primavera richiesto l'illustrissimo signor cavaliere avvocato Claudio Calandra, deputato al Parlamento Nazionale, di far apporre in un fontanile stato recentemente aperto in territorio di Savigliano nel tenimento delle Canavere caduto in detta eredità, una serie di tubi di erogazione secondo il di lui sistema, egli di buon grado vi aderiva, osservando però che in mancanza di un ampio scavo di allacciamento, l'efflusso dei tubi posti nell'asta dell'acquedotto sarebbe stato minore di quelli posti in capo della medesima.

(1) Sia in questo lavoro che in quello del signor cavaliere banchiere Ceriana, si presentarono le circostanze indicate a pagina 31 del testo.

Sebbene l'evento abbia giustificato la previsione, le quote dei tubi secondari avendo tuttavia in media superato un litro per minuto secondo, si ravvisarono meritevoli di essere conservati, mentre fu dal loro complesso notevolmente aumentato il volume d'acqua estratto, per modo che fu sufficiente alla regolare e costante irrigazione di circa diciannove ettari di prateria.

Altro tubo immesso presso ai fabbricati del tenimento, diede due litri circa per minuto secondo, di ottima acqua potabile, invece di quella pessima e corrotta che prima si aveva.

L'Amministratore sottoscritto non potè a meno di essere soddisfattissimo dell'effetto di quest'operazione, per la quale il sullodato signor cavaliere Calandra, trattandosi di un Pio Istituto non volle che il puro rimborso della spesa, onde di buon grado gliene rilascia doverosamente la presente attestazione.

Savigliano, 24 dicembre 1866.

Firmato: Notaio Coll.° Giuseppe Antonio Lingua.

MUNICIPIO DI VERCELLI

Vercelli, 27 ottobre 1865.

11. Questa Giunta Municipale rassegna per mezzo del Sindaco sottoscritto i suoi più distinti ringraziamenti al signor cavaliere Calandra, per la felice riuscita del pozzo tubato in ferro da lui ideato e fatto eseguire nella nota località a sponda sinistra del Roggione, non che per i suggerimenti in proposito fornitigli colla nota del 2 corrente ottobre.

L'acqua scaturiente dal suddetto pozzo, è limpida di buona qualità ed il getto piuttosto discreto, ed il Municipio nell'intento di assicurarne l'efflusso, ha deliberato di farvi praticare i miglioramenti suggeritigli, ecc. (1).

Il Sindaco
Marchetti.

(1) Veggasi la nota a pagina 29.

Illustrissimo Signore,

12. Non ho mai fatta una dichiarazione con tanta coscienza di riuscire inferiore alla verità come in quella che le spedisco a sua richiesta. Io desidero veramente che pel bene della nostra popolazione l'applicazione del suo metodo si propaghi, e si propagherà certamente sempre dove non riescano d'ostacolo le condizioni di località cioè la difficoltà dello scolo.

Sono persuaso che eguale dichiarazione le spediranno li signori Vallauri, Dovo ed altri che approfittarono della sua invenzione (1).

Colgo intanto la favorevole occasione per segnarle gli atti del mio distinto rispetto.

Di V. S. Ill.ma

Devot.mo Obbl.mo Servo
Firmato: Avvocato Alberti.

Savigliano, 8 gennaio 1867.

Il sottoscritto dichiara che diffettando assolutamente nel suo podere detto la *Baraschia* sulle fini di Savigliano di acqua potabile, per cui li coloni erano costretti di prevalersi dell'acqua della bealera del molino spesso torbida, e poco salubre, vi fece aprire una fontana per mezzo di un tubo infitto secondo il sistema inventato dal signor cavaliere avvocato Calandra, e ne ottenne un abbondante getto di acqua di eccellente qualità e freschissima per cui si protesta soddisfattissimo di aver approfittato di quell'invenzione, la cui applicazione non mancherà di produrre un sensibile miglioramento nella salute degli abitanti di questa pianura così spesso alterata dalla cattiva qualità dell'acqua dei pozzi e fontane che si adopera per gli usi domestici, ed invero molti essendo li proprietarii che dotarono le loro tenute di siffatte fontane procurate secondo il suddetto sistema su questo territorio, tutti ne ottennero ottimo e soddisfacente risultato.

Savigliano, li 8 gennaio 1867.

Firmato: Avvocato Angelo Alberti.

(1) Molte altre operazioni furono eseguite delle quali pure non raccolsi le dichiarazioni, parendomi bastanti le qui unite.

13. Il sottoscritto dichiara che la fontana tubulare aperta dal signor cavaliere Claudio Calandra alla cascina *Serapena* regione *Cevedetta* presso Savigliano, da circa tre mesi coll'opera del signor Giuseppe Bonetto, emette una copiosa vena d'acqua limpida potabile.

Savigliano, il 30 novembre 1866.

Firmato: Giacomo Mezzano.

---

14. Dichiara il sottoscritto che la fontana tubulare aperta dal signor cavaliere Claudio Calandra alla cascina *Salvaio* regione *Croce* presso Savigliano, da circa tre mesi, coll'opera del signor Giuseppe Bonetto, emette una copiosa vena d'acqua limpida, pura, potabile.

Savigliano, il 30 novembre 1866.

Firmato: Francesco Dovo.

13725

Spiegazione della Tavola.

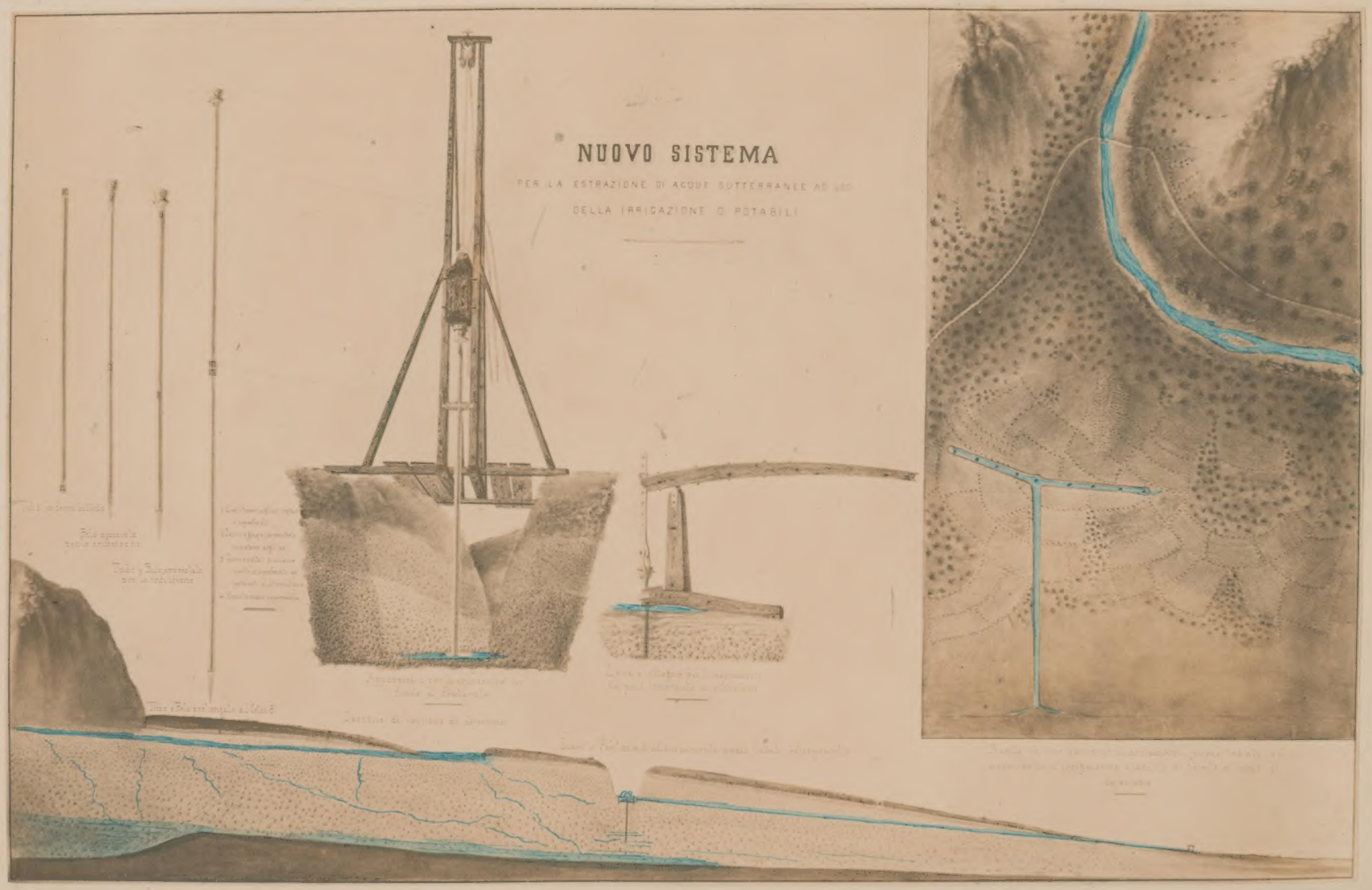
La figura che occupa la parte inferiore del quadro rappresenta la sezione dei terreni esistenti allo sbocco di una valle ossia di un cono di deiezione. Havvi alla superficie uno strato di terreno compatto composto di lhem o di terra vegetale. Vi succedono sabbie e ghiaie ancora intinte di materie terrose. Indi ghiaie e ciottoli di grossezza crescente sino all'incontro del banco di marna terziaria impermeabile, che forma il fondo sodo della vallata sul quale decorrono le acque sotterranee.

Il fiume che esce dalla valle ha intaccato assai profondamente il cono di deiezione, e parte delle sue acque sono assorbite dal deposito di ghiaie e ciottoli, decorrendo di poi fra i due strati impermeabili inferiore e superiore. Il fiume dopo un certo tratto figura di volgere alla china della vallata maggiore.

A qualche distanza (che nella figura si è molto accorciata) esiste la sezione di uno scavo di allacciamento e di acquedotto secondo il proposto sistema. Si scorgono le acque penetrate nel sottosuolo superiormente, raccogliersi nello scavo d'invito, e zampillare nel tubo di estrazione piantato sino a raggiungere i materiali più grossi. Le proporzioni del fontanile in ragguaglio a quelle del fiume si sono molto esagerate, per la più agevole intelligenza della cosa.

La figura posta superiormente a destra rappresenta presso a poco lo stesso stato di cose in pianta. Lo sbocco della valle, il fiume che ne esce, uno scavo d'allacciamento fatto quasi di fronte al cono di deiezione, e munito di una serie di pozzi tubati, il successivo acquedotto proteso sino alle praterie da irrigarsi.

I disegni posti a sinistra superiormente indicano i tubi da infiggersi, la spranga in ferro destinata ad operare la infissione, le loro giunte a vite. Nel mezzo del quadro figurano la mazza a castello apprestata per il piantamento dei tubi in fondo agli scavi d'allacciamento, la leva e ritegno per la estrazione del palo di infissione quando questa è compiuta. Si sono ommessi infiniti altri ordegni ed utensili perchè di secondaria importanza per la intelligenza della cosa.


NUOVO SISTEMA
PER LA ESTRAZIONE DI ACQUE SOTTERRANEE AD USO
DELLA IRRIGAZIONE O POTABILI